



中信证券
CITIC SECURITIES

量化选股系列专题研究

多因子模型构建中的组合优化与风险预算研究

中信证券研究部 金融工程及衍生品组

王兆宇 赵文荣 李祖苑 张依文

2017年8月

目录

- 一. 多因子框架概述
- 二. 基于因子的组合优化与归因
- 三. 因子风险预算与风险平价优化
- 四. 因子层面与组合层面不一致的问题

一、多因子框架概述

1. 多因子模型的基本假设与表现形式
2. 使用逐步回归提取各类因子纯Alpha收益
3. 样本内测算的重要设定
4. 市场与行业因子的处理
5. 使用等权加权的方式构建复合因子
6. 逐步回归与单步回归判断因子间共线性
7. 最终选定的多因子框架

1. 多因子模型的基本假设与表现形式

■ 假设1: 股票收益率服从正态分布

- 设收益率向量 $\mathbf{r} = (r_1, r_2, \dots, r_N)'$ ，且 $\mathbf{r} \sim N(\boldsymbol{\mu}, \boldsymbol{\Sigma})$ ，个股权重向量 $\mathbf{w} = (w_1, w_2, \dots, w_N)'$ ，由该权重构成的组合 $r_p = \mathbf{w}'\mathbf{r}$ ，则有

$$r_p \sim N(\mathbf{w}'\boldsymbol{\mu}, \mathbf{w}'\boldsymbol{\Sigma}\mathbf{w})$$

■ 假设2: 个股收益率可由因子模型来表征

$$r_i = x_{i,0} + x_{i,1}f_1 + \dots + x_{i,K}f_K + \epsilon_i$$

- 其中， $\{x_{ik}\}_{k=0}^K$ 为股票 i 的因子暴露 (Factor Exposure)； $\{f_k\}_{k=1}^K$ 为因子收益率 (Factor Return)； ϵ_i 为股票 i 的特异风险 (Specific Risk)，且满足 (1) 与因子收益率不相关，(2) 在组合构建中可被充分分散而抵消。

■ 推论 (风险模型)：股票协方差矩阵 $\boldsymbol{\Sigma} = \mathbf{X}\boldsymbol{\Sigma}_f\mathbf{X}' + \mathbf{S}$

- 其中，风险暴露矩阵 $\mathbf{X} = \begin{pmatrix} x_{1,1} & \cdots & x_{1,K} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{N,1} & \cdots & x_{N,K} \end{pmatrix}$ ，因子收益协方差矩阵 $\boldsymbol{\Sigma}_f =$

$$\begin{pmatrix} \sigma_{1,1} & \cdots & \sigma_{1,K} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{K,1} & \cdots & \sigma_{K,K} \end{pmatrix}, \text{ 特异风险协方差对角矩 } \mathbf{S} = \text{diag}(\theta_1^2, \theta_2^2, \dots, \theta_N^2).$$

- 上述形式可大幅简化协方差矩阵的估算计算量。

2. 使用逐步回归提取各类因子纯Alpha收益

■ Barra的多因子框架体系：

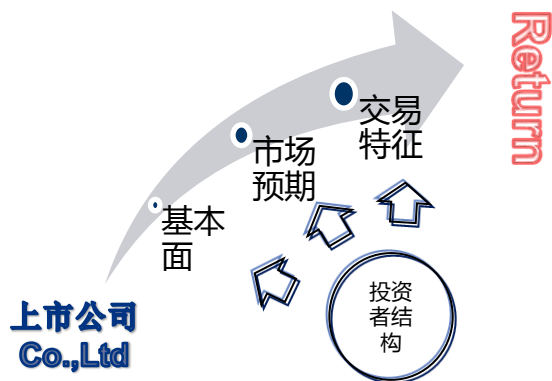
➤ 收益率=市场+行业因子+风格因子

■ 风格因子：技术类+预期类+财务类

➤ 技术类因子：反映投资者的交易属性。

➤ 预期类因子：反映投资者对上市公司的信息挖掘与预期。

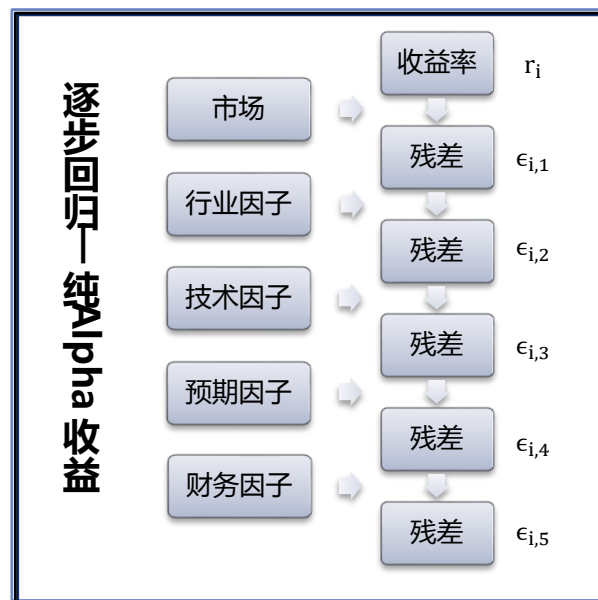
➤ 财务类因子：由宏观和行业经济环境，以及公司运营情况决定，是上市公司的基础。



■ 多重共线性问题

➤ 当使用的因子较多时，则很容易引入多重共线性问题。

➤ 行业因子多重共线性较少；风格因子则较严重。



3. 样本内测算的重要设定

- 考察期：2008年12月31日至2017年6月30日
- 回归频率：每日
- 回归方法：最小二乘法（OLS）
- 行业分类法：中信一级行业（以实际调整日为准）
- 样本空间
 - 沪深300空间：沪深300成分股；
 - 中证500空间：中证500成分股
 - 中证800空间：中证800成分股；
 - 中证1000空间：中证1000成分股

4. 市场与行业因子的处理

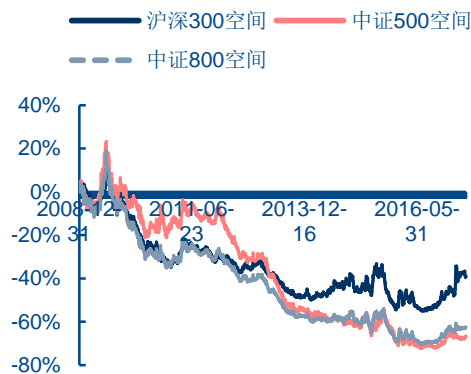
- 市场因子的截面回归模型: $r_{i,t} = m_t + \hat{\epsilon}_{i,t}$
- 行业因子的界面回归模型: $\hat{\epsilon}_{i,t} = \sum_{j=1}^{29} I_{i,j,t} \cdot Industry_{j,t} + \epsilon_{i,t}$
 - 残差项 $\hat{\epsilon}_{i,t}$ 为市场中性下的超额收益。
 - 残差项 $\epsilon_{i,t}$ 为市场中性同时行业中性下的超额收益。

沪深300空间市场因子累计收益率



资料来源：中信证券量化投资分析系统

不同空间钢铁行业的累计超额收益率



资料来源：中信证券量化投资分析系统

市场与行业因子对总波动的日均解释度

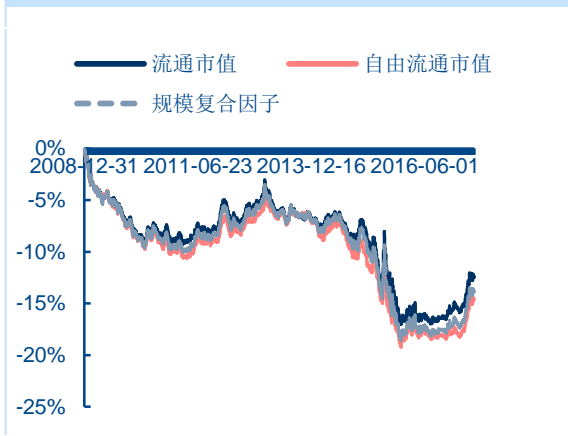
	市场因子	行业因子
沪深300空间	25.36%	20.96%
中证500空间	25.73%	9.91%
中证800空间	24.93%	11.46%
中证1000空间	24.21%	4.85%

资料来源：中信证券量化投资分析系统

5. 使用等权加权的方式构建复合因子

- 对于许多因子来说，表达同一个含义的指标可能有很多个，我们建议采用加权的方法构建复合指标。
 - 如果暂不考虑权重优化问题，可选择等权加权。
- 子因子的历史表现与复合因子通常极为类似，但复合后对总波动的解释度要高于使用单一因子。

沪深300空间不同因子的历史表现



资料来源：中信证券量化投资分析系统

对总波动的日均解释度

	规模复合因子	自由流通市值因子	流通市值因子
沪深300空间	0.40%	0.36%	0.40%
中证500空间	0.36%	0.34%	0.34%
中证800空间	0.47%	0.45%	0.47%

资料来源：中信证券量化投资分析系统

涉及复合的因子

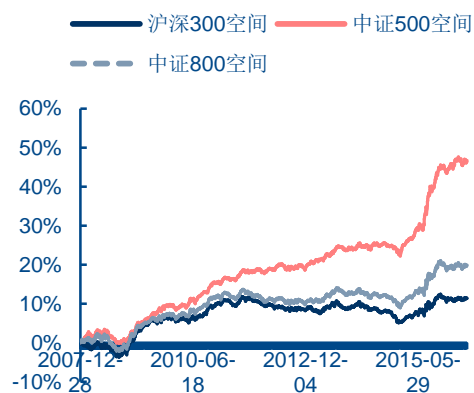
因子	构建方式
规模因子	自由流通市值*50%+流通市值*50%
流动性因子	过去20日日均成交额*50%+过去20日日均换手率*50%
流动性动量因子	20日/60日日均成交额*50%+20日/60日日均换手率*50%
动量因子	20日收益率*1/3+60日收益率*1/3+120日收益率*1/3
波动率复合因子	20日波动率*1/3+60日波动率*1/3+120日波动率*1/3

资料来源：中信证券研究部

6. 逐步回归与单步回归判断因子间共线性

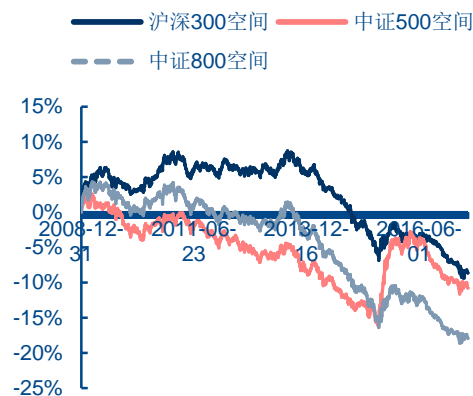
- 由于很多因子与规模因子有相关性，因此我们将市场和行业回归残差首先对规模因子进行处理，再用该残差进行其他因子的处理。
 - 逐步回归：以规模因子残差依次对后续因子回归，每一步的残差都作为后一步回归的被解释变量。
 - 单步回归：以规模因子残差作为被解释变量，以其他因子分别作为规模因子残差的解释变量进行回归。
- 如某一因子两种处理的历史表现差异较大，或者解释度差异较大，则说明该因子与前续因子间具有较强的共线性，应剔除。

波动率因子逐步回归历史表现



资料来源：中信证券量化投资分析系统

波动率因子单步回归历史表现



资料来源：中信证券量化投资分析系统

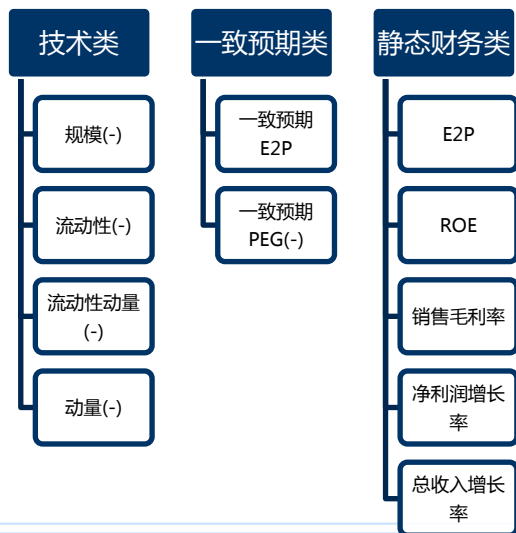
波动率因子不同处理的日均解释度

	逐步回归	单步回归
沪深300空间	0.28%	0.58%
中证500空间	0.23%	0.61%
中证800空间	0.25%	0.59%

资料来源：中信证券量化投资分析系统

7. 最终选定的多因子框架

最终选定的多因子框架



资料来源：中信证券研究部整理。注：“-”表示倒序排序。

风格因子解释度

	沪深300空间	中证500空间	中证800空间
规模	0.40%	0.36%	0.47%
流动性	0.40%	0.53%	0.40%
流动性动量	0.31%	0.24%	0.23%
动量	0.56%	0.42%	0.50%
一致预期E2P	0.17%	0.19%	0.14%
一致预期PEG	0.18%	0.12%	0.09%
E2P	0.07%	0.11%	0.06%
ROE	0.20%	0.10%	0.11%
销售毛利率	0.13%	0.11%	0.07%
净利润增长率	0.14%	0.11%	0.07%
总收入增长率	0.15%	0.11%	0.08%

资料来源：中信证券数量化投资分析系统

二、基于因子的组合优化与归因

1. 基于多因子模型的因子风险分析指标
2. Alpha与Beta之争——没有免费的午餐
3. 为什么因子会产生超额收益？
4. 等权打分的选股效果
5. 等权打分选股的历年表现
6. 等权打分选股的收益与业绩归因
7. 均值方差优化模型
8. 均值方差优化的历年表现
9. 均值方差优化的收益与业绩归因

1. 基于多因子模型的因子风险分析指标

■ 多因子模型:

$$r_i = x_{i,0} + x_{i,1}f_1 + \cdots + x_{i,K}f_K + \epsilon_i$$

➤ 根据ATP理论，对于一个充分分散的组合，其价格可由所暴露的风险唯一确定

■ 组合风险: $R(x) = \sigma = \sqrt{x'\Sigma x}$, $x = (x_0, x_1, \dots, x_K)'$

■ 边际风险贡献 (Marginal Contribution to Risk)

$$MCR_i = \frac{\partial \sigma}{\partial x_i} = \frac{(\Sigma x)_i}{\sqrt{x'\Sigma x}}$$

■ 风险贡献 (Contribution to Risk)

$$CR_i = x_i \cdot \frac{\partial \sigma}{\partial x_i} = \frac{x_i(\Sigma x)_i}{\sqrt{x'\Sigma x}}, \quad \sum_{i=1}^K CR_i = R(x)$$

■ 风险占比(Percentage Contribution to Risk)

$$PCR_i = \frac{CR_i}{R(x)} = \frac{x_i(\Sigma x)_i}{x'\Sigma x}, \quad \sum_{i=1}^K PCR_i = 1$$

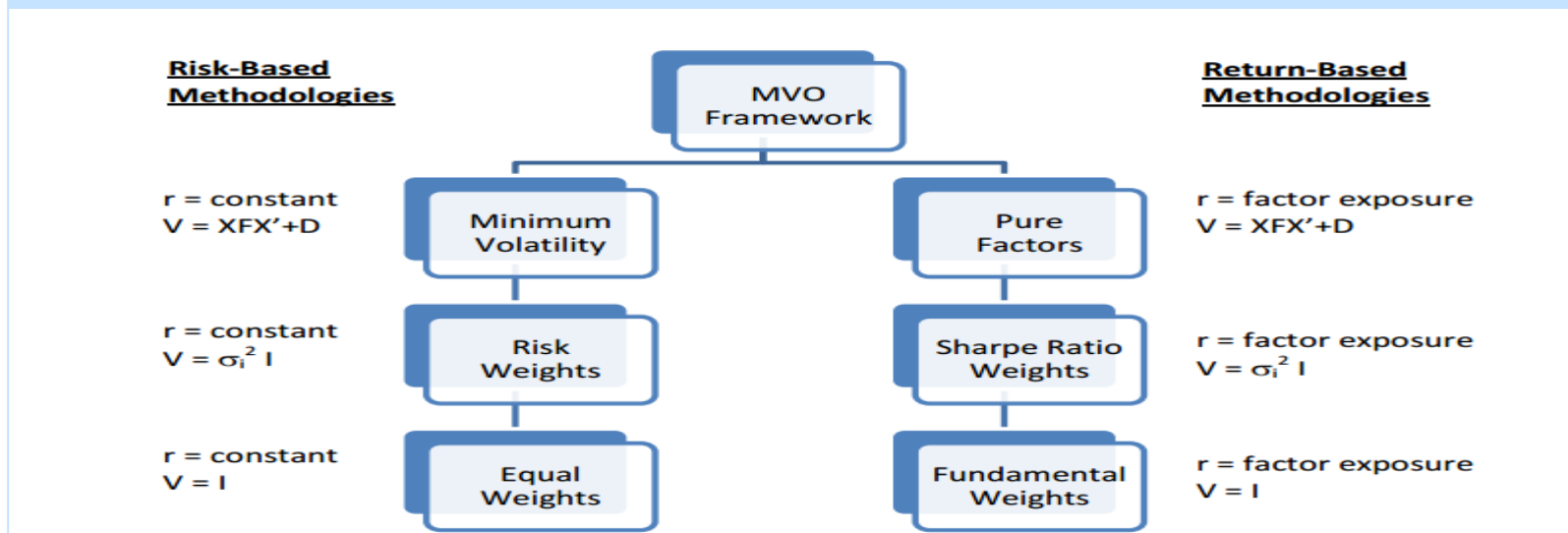
2. Alpha与Beta之争——没有免费的午餐

■ 从Alpha到另类Beta

- 传统思想认为，经过对市场数据的分析，可以寻找到稳定超越市场的Alpha。
- 随着数据逐渐被充分挖掘，以及对风险认识的提升，人们已经意识到大部分所谓的Alpha因子本质上是另类Beta。

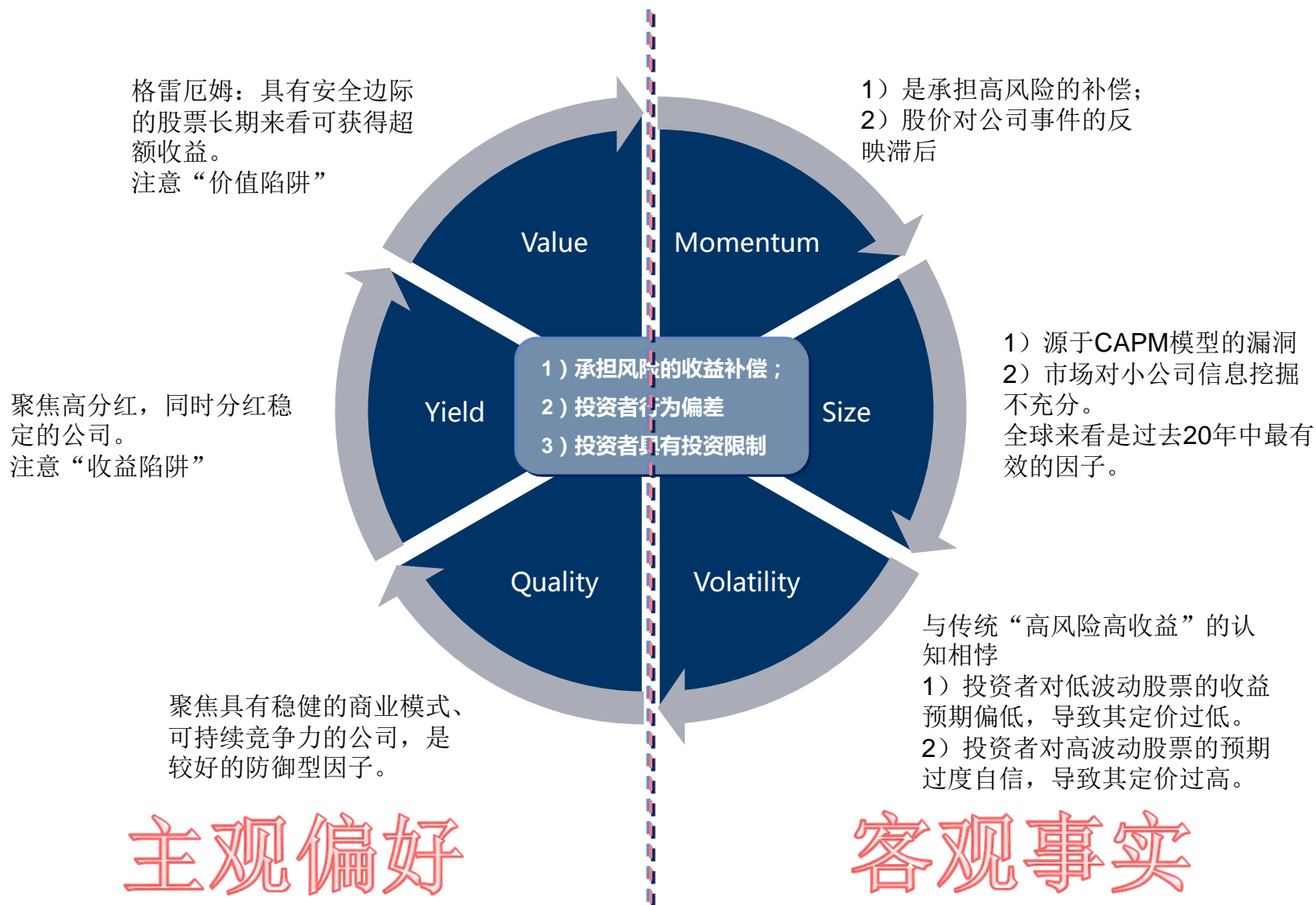
■ 组合构建的本质是控制组合的各类Beta风险，天下没有免费的午餐。

基于MVO框架的组合构建方法



资料来源：MSCI

3. 为什么因子会产生超额收益？

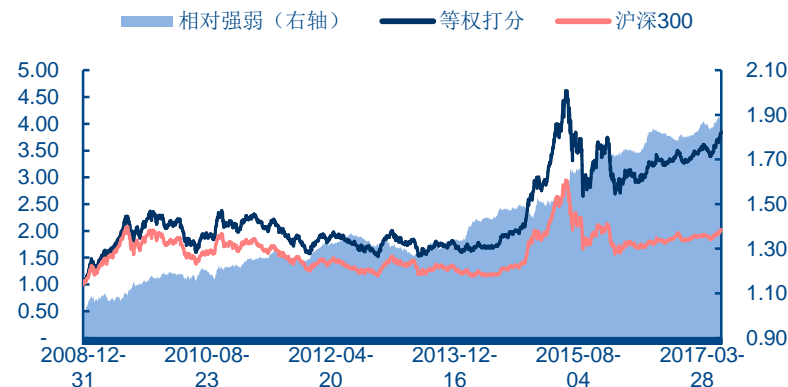


4. 等权打分的选股效果

■ 打分选股本质上当相当于收益模型（return model）

- 打分：对上述11个因子进行排序打分，等权加权得到最终得分。
- 行业中性：行业内选择最终得分排名前20%的股票，行业内按自由流通市值加权。

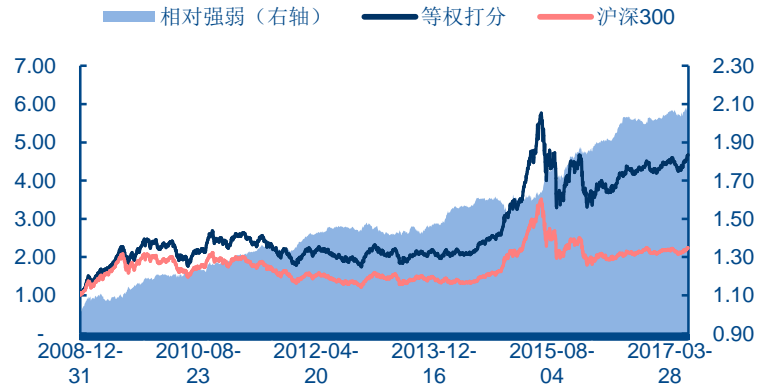
沪深300空间等权打分选股效果



中证500空间等权打分选股效果



中证800空间等权打分选股效果



资料来源：中信证券量化投资分析系统，考察期：2008-12-31至2017-06-30

5. 等权打分选股的历年表现

- 采用11个因子进行打分，因子暴露较为均衡，使得沪深300、中证800的选股结果较好。
- 但对中证500空间来说，技术类、预期类因子更为有效，加入静态财务因子反而影响效果。

中证500空间等权打分选股历年业绩

年度	年化收益	业绩基准 年化收益	年化超额 收益	跟踪误差	IR	相对收益 最大回撤
2009	150.55%	131.27%	19.28%	4.59%	4.20	-7.01%
2010	19.57%	10.07%	9.51%	5.10%	1.86	-2.43%
2011	-28.54%	-33.83%	5.28%	3.67%	1.44	-2.49%
2012	11.97%	0.28%	11.69%	3.72%	3.14	-1.45%
2013	18.74%	16.89%	1.85%	4.98%	0.37	-7.04%
2014	39.46%	39.01%	0.46%	3.84%	0.12	-6.49%
2015	63.53%	43.12%	20.41%	11.27%	1.81	-9.36%
2016	-8.46%	-17.78%	9.32%	4.23%	2.21	-2.06%
2017	5.10%	-2.34%	7.45%	3.22%	2.31	-1.81%
全部	24.86%	14.94%	9.92%	5.59%	1.78	-11.00%

沪深300空间等权打分选股历年业绩

年度	年化收益	业绩基准 年化收益	年化超额 收益	跟踪误差	IR	相对收益 最大回撤
2009	129.91%	96.71%	33.19%	6.29%	5.27	-3.76%
2010	-8.23%	-12.51%	4.29%	4.99%	0.86	-4.21%
2011	-23.01%	-25.01%	2.01%	3.21%	0.63	-3.20%
2012	14.82%	7.55%	7.26%	3.26%	2.22	-4.09%
2013	-7.85%	-7.65%	-0.21%	4.45%	-0.05	-6.11%
2014	64.26%	51.66%	12.60%	4.40%	2.86	-5.86%
2015	27.12%	5.58%	21.54%	7.69%	2.80	-3.23%
2016	-8.13%	-11.28%	3.15%	4.00%	0.79	-3.60%
2017	17.06%	10.84%	6.22%	3.40%	1.83	-2.03%
全部	17.78%	8.88%	8.90%	4.94%	1.80	-8.44%

中证800空间等权打分选股历年业绩

年度	年化收益	业绩基准 年化收益	年化超额 收益	跟踪误差	IR	相对收益 最大回撤
2009	141.13%	103.65%	37.49%	5.60%	6.69	-3.89%
2010	-0.40%	-7.32%	6.92%	4.30%	1.61	-2.32%
2011	-22.70%	-27.38%	4.68%	3.00%	1.56	-2.16%
2012	15.02%	5.81%	9.21%	3.06%	3.01	-1.91%
2013	-1.66%	-2.14%	0.47%	4.07%	0.12	-4.53%
2014	54.49%	48.28%	6.21%	4.01%	1.55	-7.79%
2015	39.07%	14.91%	24.16%	7.61%	3.18	-4.96%
2016	-6.06%	-13.27%	7.21%	3.66%	1.97	-2.10%
2017	10.74%	6.89%	3.85%	3.13%	1.23	-1.63%
全部	20.61%	10.28%	10.33%	4.58%	2.25	-7.79%

资料来源：中信证券量化投资分析系统，考察期：2008-12-31至2017-06-30

6. 等权打分选股的收益与业绩归因

- 等权打分方法在三个空间中各个因子的风险暴露上较为均衡。

➢ 该结论仅针对前文采用的因子处理方法成立，如采用其他方法，则可能会使得风险偏向于某些因子，最终IR肯定也会受损。

- 因子IR与组合IR相差较多——风险模型解释度不够。

中证500空间等权打分选股的收益与风险归因

	风险暴露	收益贡献(年化)	RC	PRC	因子IC
Size	0.16	1.34%	0.19%	3.88%	6.90
Liquidity	0.35	1.57%	0.76%	17.86%	2.06
LiquidityMomentum	0.35	1.43%	0.24%	6.43%	5.90
Momentum	0.32	2.02%	0.37%	9.57%	5.53
Est_E2P	0.80	2.04%	0.92%	23.87%	2.23
Est_PEG	0.36	0.74%	0.18%	4.33%	4.13
E2P	0.79	1.03%	0.53%	14.10%	1.94
ROE	0.65	0.66%	0.40%	10.00%	1.66
销售毛利率	0.34	0.26%	0.08%	2.11%	3.10
净利润增长率	0.47	0.69%	0.13%	3.44%	5.35
总收入增长率	0.43	0.46%	0.15%	4.42%	3.07
合计		12.24%	3.95%	100.00%	3.10

沪深300空间等权打分选股的收益与风险归因

	风险暴露	收益贡献(年化)	RC	PRC	因子IC
Size	0.27	1.54%	0.34%	11.44%	4.59
Liquidity	0.23	0.64%	0.28%	13.92%	2.28
LiquidityMomentum	0.25	0.69%	0.24%	11.85%	2.85
Momentum	0.23	1.35%	0.39%	17.01%	3.47
Est_E2P	0.43	1.56%	0.30%	13.76%	5.11
Est_PEG	0.27	0.56%	0.11%	5.40%	5.20
E2P	0.43	0.15%	0.10%	5.06%	1.49
ROE	0.38	0.17%	0.27%	12.96%	0.63
销售毛利率	0.11	0.09%	0.02%	0.74%	4.51
净利润增长率	0.31	0.18%	0.06%	2.84%	3.23
总收入增长率	0.32	-0.04%	0.10%	5.02%	-0.36
合计		6.91%	2.21%	100.00%	3.12

中证800空间等权打分选股的收益与风险归因

	风险暴露	收益贡献(年化)	RC	PRC	因子IC
Size	0.29	1.98%	0.20%	5.63%	9.89
Liquidity	0.28	1.25%	0.47%	17.67%	2.67
LiquidityMomentum	0.29	1.16%	0.27%	10.32%	4.27
Momentum	0.26	2.06%	0.48%	16.80%	4.33
Est_E2P	0.59	2.56%	0.54%	19.26%	4.77
Est_PEG	0.31	0.68%	0.12%	4.81%	5.57
E2P	0.58	0.38%	0.20%	7.81%	1.93
ROE	0.48	0.31%	0.29%	10.57%	1.10
销售毛利率	0.21	0.09%	0.05%	1.54%	1.83
净利润增长率	0.36	0.30%	0.06%	2.17%	5.48
总收入增长率	0.37	0.19%	0.07%	3.43%	2.59
合计		10.98%	2.74%		4.00

资料来源：中信证券量化投资分析系统，考察期：2008-12-31至2017-06-30

7. 均值方差优化模型

- 权重优化的目标个股：上述等权打分得到的股票组合。
- 目标函数

$$x^* = \arg \max \left(x'f - \frac{1}{2} \lambda \sqrt{x' \Sigma x} \right)$$

- x 标示组合在因子上相对业绩基准的主动暴露。
 - 参数 $\lambda=1$ ，即优化目标相对更看重收益。
 - 因子收益率 f 和因子协方差矩阵 Σ 采用过去一年的因子收益率数据估算（取均值和协方差）。
 - 本质上相当于因子动量。
- 限制条件1：中信一级行业中性
 - 限制条件2：个股的权重不低于上述原始组合个股组合的1/3。
 - 如不加该条件，可能导致优化后的权重完全集中于某几只股票上。

8. 均值方差优化的历年表现

- 三个空间的收益率提升，但风险也相应提升，最终导致组合IR的影响下降。

- 在 $\lambda=1$ 下，优化目标更偏向于收益。
- 因子动量假设下，在因子回撤时会大幅影响组合表现，即拉大不同行情/年份的组合收益差异。

中证500空间均值方差组合优化历年表现

年度	年化收益	业绩基准 年化收益	年化超额 收益	跟踪误差	IR	相对收益 最大回撤
2009	177.77%	131.27%	46.51%	6.55%	7.10	-5.19%
2010	13.21%	10.07%	3.15%	7.42%	0.42	-6.30%
2011	-33.51%	-33.83%	0.32%	4.76%	0.07	-4.17%
2012	7.35%	0.28%	7.07%	5.38%	1.31	-3.06%
2013	16.67%	16.89%	-0.22%	6.71%	-0.03	-11.03%
2014	43.07%	39.01%	4.06%	6.04%	0.67	-6.90%
2015	73.81%	43.12%	30.70%	14.16%	2.17	-7.74%
2016	-1.57%	-17.78%	16.21%	5.99%	2.71	-2.11%
2017	1.47%	-2.34%	3.81%	4.51%	0.84	-2.35%
全部	25.47%	14.94%	10.54%	7.52%	1.40	-11.10%

资料来源：中信证券量化投资分析系统

沪深300空间均值方差组合优化历年表现

年度	年化收益	业绩基准 年化收益	年化超额 收益	跟踪误差	IR	相对收益 最大回撤
2009	126.07%	96.71%	29.36%	7.78%	3.77	-7.23%
2010	-6.02%	-12.51%	6.50%	5.75%	1.13	-4.47%
2011	-18.88%	-25.01%	6.14%	4.66%	1.32	-3.67%
2012	16.98%	7.55%	9.43%	4.08%	2.31	-4.62%
2013	-6.22%	-7.65%	1.42%	4.81%	0.30	-5.91%
2014	62.60%	51.66%	10.94%	5.50%	1.99	-9.12%
2015	37.50%	5.58%	31.91%	9.25%	3.45	-4.62%
2016	-7.74%	-11.28%	3.54%	5.89%	0.60	-3.17%
2017	13.50%	10.84%	2.66%	4.11%	0.65	-4.09%
全部	19.76%	8.88%	10.87%	6.11%	1.78	-9.12%

中证800空间均值方差组合优化历年表现

年度	年化收益	业绩基准 年化收益	年化超额 收益	跟踪误差	IR	相对收益 最大回撤
2009	148.46%	103.65%	44.81%	7.55%	5.94	-3.66%
2010	1.44%	-7.32%	8.76%	5.92%	1.48	-3.34%
2011	-23.99%	-27.38%	3.39%	4.41%	0.77	-2.83%
2012	8.55%	5.81%	2.75%	4.94%	0.56	-5.94%
2013	-0.76%	-2.14%	1.37%	5.65%	0.24	-6.69%
2014	46.81%	48.28%	-1.47%	6.22%	-0.24	-12.71%
2015	47.90%	14.91%	32.98%	11.80%	2.80	-6.67%
2016	-7.67%	-13.27%	5.60%	6.65%	0.84	-3.32%
2017	9.28%	6.89%	2.39%	4.09%	0.58	-2.87%
全部	20.06%	10.28%	9.78%	6.88%	1.42	-13.33%

资料来源：中信证券量化投资分析系统

9. 均值方差优化的收益与业绩归因

- 均值方差优化对因子IC的影响方向也不确定，但是显著提升了因子的目标效用函数值。
- 均值方差优化导致组合的风险暴露，要比原组合更加集中。

中证500空间均值方差优化的收益与业绩归因

	风险暴露	收益贡献(年化)	RC	PRC	因子IC
Size	0.61	4.50%	0.76%	14.34%	5.96
Liquidity	0.53	2.85%	0.76%	21.12%	3.74
LiquidityMomentum	0.50	1.76%	0.24%	9.62%	7.24
Momentum	0.49	3.23%	0.37%	15.40%	8.82
Est_E2P	0.78	1.79%	0.92%	14.77%	1.96
Est_PEG	0.33	0.69%	0.18%	2.88%	3.88
E2P	0.78	0.90%	0.53%	8.57%	1.70
ROE	0.57	0.63%	0.40%	5.57%	1.58
销售毛利率	0.34	0.10%	0.08%	1.63%	1.22
净利润增长率	0.44	0.64%	0.13%	2.67%	4.95
总收入增长率	0.45	0.40%	0.15%	3.43%	2.68
合计		17.49%	4.51%	100.00%	3.88

资料来源：中信证券数量化投资分析系统

沪深300空间均值方差优化的收益与业绩归因

	风险暴露	收益贡献(年化)	RC	PRC	因子IC
Size	0.57	2.67%	0.84%	24.85%	3.18
Liquidity	0.37	1.09%	0.32%	13.55%	3.39
LiquidityMomentum	0.32	0.97%	0.34%	12.41%	2.88
Momentum	0.31	1.94%	0.51%	18.76%	3.80
Est_E2P	0.39	1.33%	0.23%	9.26%	5.90
Est_PEG	0.26	0.53%	0.06%	2.64%	9.14
E2P	0.36	0.11%	0.06%	2.58%	1.87
ROE	0.35	0.41%	0.17%	7.94%	2.48
销售毛利率	0.11	0.04%	0.01%	0.76%	3.07
净利润增长率	0.34	0.41%	0.09%	3.25%	4.75
总收入增长率	0.32	-0.12%	0.10%	3.99%	-1.21
合计		9.39%	2.72%	100.00%	3.45

中证800空间均值方差优化的收益与业绩归因

	风险暴露	收益贡献(年化)	RC	PRC	因子IC
Size	0.82	4.26%	1.07%	26.50%	3.98
Liquidity	0.54	1.25%	0.51%	15.12%	2.44
LiquidityMomentum	0.46	1.16%	0.52%	14.36%	2.25
Momentum	0.43	2.06%	0.84%	21.95%	2.45
Est_E2P	0.54	2.56%	0.31%	8.16%	8.37
Est_PEG	0.31	0.68%	0.07%	2.13%	9.35
E2P	0.47	0.38%	0.08%	2.41%	4.76
ROE	0.43	0.31%	0.13%	3.75%	2.46
销售毛利率	0.20	0.09%	0.05%	1.60%	1.72
净利润增长率	0.39	0.30%	0.07%	1.72%	4.22
总收入增长率	0.35	0.19%	0.08%	2.30%	2.54
合计		13.26%	3.73%	100.00%	3.55

资料来源：中信证券数量化投资分析系统

三、因子风险预算与风险平价优化

1. 基于风险和基于收益的组合优化方法之争
2. 风险预算问题及其与权重预算、最小方差问题的关系
3. 因子风险平价问题
4. 因子风险平价组合的历年业绩表现
5. 因子风险平价组合的收益与风险归因

1. 基于风险和基于收益的组合优化方法之争

■ Return-Based方法

- 2008年次贷危机后，投资者的风险偏好降低，更偏好于具有透明风险管理的产品。
- Mean-Variance对基于收益/风险的输入数据较敏感，常常导致优化结果严重偏向于一小部分资产。
- 优化目标的困惑：最小化方差（Min Variance）还是最大化分散（Max Diversification）？

■ Risk-Based方法

- 充分分散是运作中首要考量的。
- 不需要将任何收益预测数据输入模型中。
- 仅需将风险配置输入模型即可，例如ERC（Equal Risk Contribution 组合）

2. 风险预算问题及其与权重预算、最小方差问题的关系

- **X**表示资产配置权重，权重预算（**WB**）、最小方差（**MV**）、风险预算（**RB**）问题的表述形式分别如下：

$$WB: x_i/b_i = x_j/b_j$$

$$MV: \partial_{x_i} \sigma(x) = \partial_{x_j} \sigma(x)$$

$$RB: (x_i \partial_{x_i} \sigma(x))/b_i = (x_j \partial_{x_j} \sigma(x))/b_j$$

- 风险预算问题的表征形式：

$$x^* = \arg \min \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i(\Sigma x)_i}{x' \Sigma x} - b_i \right)^2 \quad u. c. \begin{cases} 1'x = 1 \\ 0 \leq x \leq 1 \end{cases} (1)$$

$$y^* = \arg \min \sqrt{y' \Sigma y} \quad u. c. \begin{cases} \sum_{i=1}^n b_i \ln y_i \geq c \\ 1'y = 1 \\ y \geq 0 \end{cases} (2)$$

- 问题（1）与问题（2）等价，因为在使用拉格朗日乘子法求解（2）时，最终可得 $y_i \partial_{y_i} \sigma(y) = \lambda b_i$

- 问题（2）中的**c**决定了**RB**问题的结果： $\sigma_{mv} \leq \sigma_{rb} \leq \sigma_{wb}$

- $c = -\infty$ ，则RB=WB

- $c = \sum_{i=1}^n b_i \ln b_i$ ，则RB=MV

3. 因子风险平价问题

- 因子风险平价问题是风险预算问题的一个特例
- 目标函数

$$\arg \min \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i (\Sigma x)_i}{x' \Sigma x} - b_i \right)^2$$

- x 标示多因子组合相对基准的主动风险暴露，且 $b_1 = b_2 = \dots = b_n = \frac{1}{n}$ 。
- 因子协方差矩阵使用因子过去1年的收益率序列来估算。

- 限制条件1：中信一级行业中性
- 限制条件2：个股的权重不低于上述原始组合个股组合的1/3.

4. 因子风险平价组合的历年业绩表现

■ 因子风险平价组合的IR低于均值方差和原始组合

- 因子风险平价相对均值方差模型的跟踪误差降低，但同时也降低了收益。
- 风险平价组合相对原始组合的风险大小不一，这也是由于风险模型解释度偏低导致的。

中证500空间因子风险平价的历年表现

年度	年化收益	业绩基准 年化收益	年化超额 收益	跟踪误差	IR	相对收益 最大回撤
2009	134.87%	131.27%	3.60%	6.17%	0.58	-19.82%
2010	18.01%	10.07%	7.94%	6.54%	1.21	-3.05%
2011	-27.26%	-33.83%	6.57%	4.87%	1.35	-2.58%
2012	12.59%	0.28%	12.31%	4.57%	2.69	-3.53%
2013	22.48%	16.89%	5.59%	6.00%	0.93	-6.44%
2014	33.22%	39.01%	-5.79%	5.35%	-1.08	-8.48%
2015	62.75%	43.12%	19.63%	13.31%	1.48	-7.85%
2016	-15.54%	-17.78%	2.24%	5.20%	0.43	-3.69%
2017	1.38%	-2.34%	3.72%	4.43%	0.84	-2.76%
全部	22.00%	14.94%	7.07%	6.91%	1.02	-19.82%

资料来源：中信证券量化投资分析系统

沪深300空间因子风险平价的历年表现

年度	年化收益	业绩基准 年化收益	年化超额 收益	跟踪误差	IR	相对收益 最大回撤
2009	127.00%	96.71%	30.29%	6.60%	4.59	-3.65%
2010	-12.64%	-12.51%	-0.13%	5.54%	-0.02	-5.65%
2011	-22.46%	-25.01%	2.56%	4.08%	0.63	-3.91%
2012	18.10%	7.55%	10.55%	3.65%	2.89	-2.94%
2013	-5.96%	-7.65%	1.69%	4.86%	0.35	-6.06%
2014	63.08%	51.66%	11.42%	4.62%	2.47	-5.00%
2015	24.07%	5.58%	18.49%	8.68%	2.13	-4.62%
2016	-8.87%	-11.28%	2.41%	4.72%	0.51	-4.13%
2017	11.27%	10.84%	0.43%	4.19%	0.10	-4.66%
全部	16.41%	8.88%	7.53%	5.50%	1.37	-6.80%

中证800空间因子风险平价的历年表现

年度	年化收益	业绩基准 年化收益	年化超额 收益	跟踪误差	IR	相对收益 最大回撤
2009	126.94%	103.65%	23.29%	6.26%	3.72	-9.81%
2010	-4.02%	-7.32%	3.29%	4.81%	0.68	-3.34%
2011	-19.47%	-27.38%	7.91%	4.14%	1.91	-1.74%
2012	17.04%	5.81%	11.23%	3.96%	2.83	-3.02%
2013	-1.38%	-2.14%	0.76%	4.74%	0.16	-4.97%
2014	51.82%	48.28%	3.54%	4.65%	0.76	-9.18%
2015	42.03%	14.91%	27.11%	8.85%	3.06	-5.12%
2016	-8.29%	-13.27%	4.98%	4.32%	1.15	-3.43%
2017	9.81%	6.89%	2.92%	3.39%	0.86	-1.88%
全部	19.66%	10.28%	9.38%	5.36%	1.75	-9.81%

资料来源：中信证券量化投资分析系统

5. 因子风险平价组合的收益与风险归因

- 风险平价在因子层面对风险的控制比在组合层面更加明显。
- 风险的平价性达到何种程度要目标组合有很大的关系。
 - 原始组合各个风险暴露已经较均衡，因此风险平价效果较好。
 - 对于风险集中较高的组合，实际效果也一般。

中证500空间风险平价组合的收益和风险归因

	风险暴露	收益贡献(年化)	RC	PRC	因子IC
Size	0.30	2.12%	0.36%	9.39%	5.80
Liquidity	0.28	1.50%	0.51%	13.44%	2.95
LiquidityMomentum	0.37	1.39%	0.31%	8.54%	4.53
Momentum	0.31	2.09%	0.35%	10.06%	5.98
Est_E2P	0.56	1.36%	0.49%	12.58%	2.80
Est_PEG	0.38	0.78%	0.21%	5.60%	3.70
E2P	0.62	0.87%	0.36%	9.45%	2.44
ROE	0.61	0.58%	0.36%	9.60%	1.61
销售毛利率	0.51	0.28%	0.19%	5.40%	1.52
净利润增长率	0.63	0.94%	0.24%	6.97%	3.93
总收入增长率	0.66	0.83%	0.30%	8.98%	2.72
合计		12.74%	3.67%	100.00%	3.47

资料来源：中信证券量化投资分析系统

沪深300空间风险平价组合的收益和风险归因

	风险暴露	收益贡献(年化)	RC	PRC	因子IC
Size	0.32	1.32%	0.32%	13.66%	4.14
Liquidity	0.23	0.63%	0.24%	11.48%	2.62
LiquidityMomentum	0.24	0.71%	0.24%	11.06%	2.98
Momentum	0.20	1.28%	0.29%	12.81%	4.47
Est_E2P	0.38	1.39%	0.25%	10.74%	5.66
Est_PEG	0.27	0.55%	0.11%	5.81%	4.84
E2P	0.41	0.10%	0.10%	5.17%	1.00
ROE	0.38	0.20%	0.25%	11.75%	0.79
销售毛利率	0.14	0.13%	0.06%	2.55%	2.32
净利润增长率	0.41	0.29%	0.11%	5.76%	2.58
总收入增长率	0.40	-0.09%	0.17%	9.20%	-0.49
合计		6.52%	2.14%	100.00%	3.04

中证800空间风险平价组合的收益和风险归因

	风险暴露	收益贡献(年化)	RC	PRC	因子IC
Size	0.33	2.12%	0.27%	11.15%	7.80
Liquidity	0.23	0.90%	0.29%	12.29%	3.10
LiquidityMomentum	0.25	1.18%	0.22%	9.49%	5.37
Momentum	0.17	1.58%	0.26%	10.62%	6.01
Est_E2P	0.43	1.90%	0.30%	11.61%	6.39
Est_PEG	0.32	0.66%	0.15%	6.48%	4.54
E2P	0.50	0.34%	0.17%	7.44%	1.99
ROE	0.46	0.23%	0.27%	10.61%	0.87
销售毛利率	0.36	0.27%	0.12%	4.95%	2.20
净利润增长率	0.54	0.64%	0.14%	6.58%	4.46
总收入增长率	0.56	0.32%	0.19%	8.79%	1.67
合计		10.15%	2.39%	100.00%	4.25

资料来源：中信证券量化投资分析系统

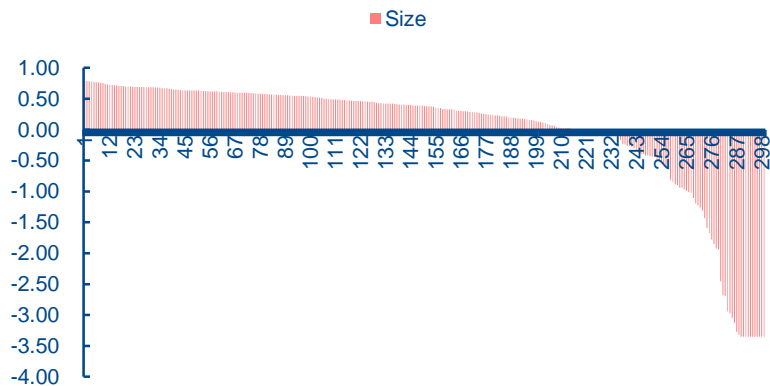
四、因子层面与组合层面不一致的问题

1. 因子值的分布问题
2. 对等权选股原始组合进行最小偏离的再优化
3. 对均值方差优化组合进行最小偏离的再优化

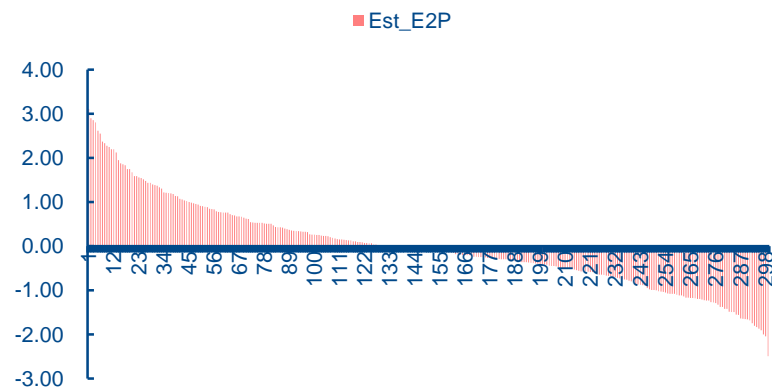
1. 因子值的分布问题

- 因子值的分布问题是导致风险模型解释度偏低的重要因素之一
 - 理想因子分布是近似正态的：左右对称，无尖峰后尾
 - 大部分因子的分布类似规模因子，具有长尾的特性，同时左右不对称。
 - 采用传统的排序打分的方法，当因子分布与正态分布相去甚远时，可能会使得排名靠前的股票偏向于某一个因子

沪深300空间规模因子的分布



沪深300空间EST_E2P因子的分布



资料来源：中信证券数量化投资分析系统。考察日：2008-12-31

2. 对等权选股原始组合进行最小偏离的再优化

- 目标函数: $w^* = \arg \min \sum_{i=1}^n (w_i - w_{i,b})^2$
 - 限制条件1: 中信一级行业中性
 - 限制条件2: 各个因子上的风险暴露与目标因子暴露相一致
- 以上述均值方差组合的实际因子暴露作为限制条件, 可见在因子层面, 两组合的表现相差不大。

沪深300空间等权选股原始组合的归因

	风险暴露	收益贡献(年化)	RC	PRC	因子IC
Size	0.27	1.54%	0.34%	11.44%	4.59
Liquidity	0.23	0.64%	0.28%	13.92%	2.28
LiquidityMomentum	0.25	0.69%	0.24%	11.85%	2.85
Momentum	0.23	1.35%	0.39%	17.01%	3.47
Est_E2P	0.43	1.56%	0.30%	13.76%	5.11
Est_PEG	0.27	0.56%	0.11%	5.40%	5.20
E2P	0.43	0.15%	0.10%	5.06%	1.49
ROE	0.38	0.17%	0.27%	12.96%	0.63
销售毛利率	0.11	0.09%	0.02%	0.74%	4.51
净利润增长率	0.31	0.18%	0.06%	2.84%	3.23
总收入增长率	0.32	-0.04%	0.10%	5.02%	-0.36
合计		6.91%	2.21%	100.00%	3.12

资料来源: 中信证券量化投资分析系统

沪深300空间原始组合再优化后的归因

	风险暴露	收益贡献(年化)	RC	PRC	因子IC
Size	0.27	1.54%	0.34%	11.44%	4.59
Liquidity	0.23	0.64%	0.28%	13.92%	2.28
LiquidityMomentum	0.25	0.69%	0.24%	11.85%	2.85
Momentum	0.23	1.35%	0.39%	17.01%	3.47
Est_E2P	0.43	1.56%	0.30%	13.76%	5.11
Est_PEG	0.27	0.56%	0.11%	5.40%	5.20
E2P	0.43	0.15%	0.10%	5.06%	1.49
ROE	0.38	0.17%	0.27%	12.96%	0.63
销售毛利率	0.11	0.09%	0.02%	0.74%	4.51
净利润增长率	0.31	0.18%	0.06%	2.84%	3.23
总收入增长率	0.32	-0.04%	0.10%	5.02%	-0.36
合计		6.91%	2.21%	100.00%	3.12

资料来源: 中信证券量化投资分析系统

2. 对等权选股原始组合进行最小偏离的再优化

- 在组合层面，经过最小偏离的再优化后的对IR的提升是比较显著的。

沪深300空间等权选股原始组合的历年表现

年度	年化收益	业绩基准 年化收益	年化超额 收益	跟踪误差	IR	相对收益 最大回撤
2009	129.91%	96.71%	33.19%	6.29%	5.27	-3.76%
2010	-8.23%	-12.51%	4.29%	4.99%	0.86	-4.21%
2011	-23.01%	-25.01%	2.01%	3.21%	0.63	-3.20%
2012	14.82%	7.55%	7.26%	3.26%	2.22	-4.09%
2013	-7.85%	-7.65%	-0.21%	4.45%	-0.05	-6.11%
2014	64.26%	51.66%	12.60%	4.40%	2.86	-5.86%
2015	27.12%	5.58%	21.54%	7.69%	2.80	-3.23%
2016	-8.13%	-11.28%	3.15%	4.00%	0.79	-3.60%
2017	17.06%	10.84%	6.22%	3.40%	1.83	-2.03%
全部	17.78%	8.88%	8.90%	4.94%	1.80	-8.44%

沪深300空间原始组合再优化后的历年表现

年度	年化收益	业绩基准 年化收益	年化超额 收益	跟踪误差	IR	相对收益 最大回撤
2009	130.20%	96.71%	33.49%	5.24%	6.39	-3.73%
2010	-7.74%	-12.51%	4.77%	4.19%	1.14	-3.65%
2011	-22.37%	-25.01%	2.64%	2.89%	0.91	-2.58%
2012	15.08%	7.55%	7.53%	2.67%	2.82	-3.10%
2013	-6.90%	-7.65%	0.75%	3.68%	0.20	-3.73%
2014	57.08%	51.66%	5.42%	3.14%	1.72	-6.09%
2015	23.82%	5.58%	18.23%	6.68%	2.73	-3.99%
2016	-5.72%	-11.28%	5.57%	3.14%	1.77	-1.37%
2017	15.47%	10.84%	4.63%	2.49%	1.86	-0.99%
全部	17.33%	8.88%	8.45%	4.10%	2.06	-6.09%

中证500空间等权选股原始组合的历年表现

年度	年化收益	业绩基准 年化收益	年化超额 收益	跟踪误差	IR	相对收益 最大回撤
2009	150.55%	131.27%	19.28%	4.59%	4.20	-7.01%
2010	19.57%	10.07%	9.51%	5.10%	1.86	-2.43%
2011	-28.54%	-33.83%	5.28%	3.67%	1.44	-2.49%
2012	11.97%	0.28%	11.69%	3.72%	3.14	-1.45%
2013	18.74%	16.89%	1.85%	4.98%	0.37	-7.04%
2014	39.46%	39.01%	0.46%	3.84%	0.12	-6.49%
2015	63.53%	43.12%	20.41%	11.27%	1.81	-9.36%
2016	-8.46%	-17.78%	9.32%	4.23%	2.21	-2.06%
2017	5.10%	-2.34%	7.45%	3.22%	2.31	-1.81%
全部	24.86%	14.94%	9.92%	5.59%	1.78	-11.00%

中证500空间原始组合再优化后的历年表现

年度	年化收益	业绩基准 年化收益	年化超额 收益	跟踪误差	IR	相对收益 最大回撤
2009	149.67%	131.27%	18.40%	4.15%	4.44	-5.38%
2010	17.21%	10.07%	7.15%	4.62%	1.55	-2.75%
2011	-30.13%	-33.83%	3.70%	3.18%	1.16	-2.60%
2012	9.71%	0.28%	9.43%	3.33%	2.83	-1.41%
2013	18.14%	16.89%	1.25%	4.38%	0.29	-7.01%
2014	41.85%	39.01%	2.84%	3.47%	0.82	-3.89%
2015	62.84%	43.12%	19.73%	9.72%	2.03	-6.29%
2016	-7.97%	-17.78%	9.81%	3.66%	2.68	-1.50%
2017	4.28%	-2.34%	6.62%	3.15%	2.10	-1.80%
全部	23.93%	14.94%	9.00%	4.91%	1.83	-7.12%

资料来源：中信证券量化投资分析系统

资料来源：中信证券量化投资分析系统

3. 对均值方差优化组合进行最小偏离的再优化

■ 对均值方差组合的再优化也可提升组合的IR。

沪深300均值方差优化组合历年表现

年度	年化收益	业绩基准 年化收益	年化超额 收益	跟踪误差	IR	相对收益 最大回撤
2009	126.07%	96.71%	29.36%	7.78%	3.77	-7.23%
2010	-6.02%	-12.51%	6.50%	5.75%	1.13	-4.47%
2011	-18.88%	-25.01%	6.14%	4.66%	1.32	-3.67%
2012	16.98%	7.55%	9.43%	4.08%	2.31	-4.62%
2013	-6.22%	-7.65%	1.42%	4.81%	0.30	-5.91%
2014	62.60%	51.66%	10.94%	5.50%	1.99	-9.12%
2015	37.50%	5.58%	31.91%	9.25%	3.45	-4.62%
2016	-7.74%	-11.28%	3.54%	5.89%	0.60	-3.17%
2017	13.50%	10.84%	2.66%	4.11%	0.65	-4.09%
全部	19.76%	8.88%	10.87%	6.11%	1.78	-9.12%

中证500均值方差优化组合历年表现

年度	年化收益	业绩基准 年化收益	年化超额 收益	跟踪误差	IR	相对收益 最大回撤
2009	177.77%	131.27%	46.51%	6.55%	7.10	-5.19%
2010	13.21%	10.07%	3.15%	7.42%	0.42	-6.30%
2011	-33.51%	-33.83%	0.32%	4.76%	0.07	-4.17%
2012	7.35%	0.28%	7.07%	5.38%	1.31	-3.06%
2013	16.67%	16.89%	-0.22%	6.71%	-0.03	-11.03%
2014	43.07%	39.01%	4.06%	6.04%	0.67	-6.90%
2015	73.81%	43.12%	30.70%	14.16%	2.17	-7.74%
2016	-1.57%	-17.78%	16.21%	5.99%	2.71	-2.11%
2017	1.47%	-2.34%	3.81%	4.51%	0.84	-2.35%
全部	25.47%	14.94%	10.54%	7.52%	1.40	-11.10%

资料来源：中信证券量化投资分析系统

沪深300均值方差组合再优化的历年表现

年度	年化收益	业绩基准 年化收益	年化超额 收益	跟踪误差	IR	相对收益 最大回撤
2009	131.62%	96.71%	34.91%	6.59%	5.30	-5.44%
2010	-5.33%	-12.51%	7.18%	5.23%	1.37	-3.19%
2011	-20.84%	-25.01%	4.17%	4.05%	1.03	-3.56%
2012	15.21%	7.55%	7.66%	3.40%	2.25	-3.85%
2013	-4.95%	-7.65%	2.69%	3.99%	0.67	-3.76%
2014	59.15%	51.66%	7.49%	3.95%	1.90	-6.87%
2015	34.72%	5.58%	29.14%	7.99%	3.64	-4.76%
2016	-6.52%	-11.28%	4.76%	5.38%	0.88	-2.82%
2017	12.85%	10.84%	2.01%	3.11%	0.65	-2.58%
全部	19.33%	8.88%	10.45%	5.21%	2.01	-6.87%

中证500均值方差组合再优化的历年表现

年度	年化收益	业绩基准 年化收益	年化超额 收益	跟踪误差	IR	相对收益 最大回撤
2009	166.32%	131.27%	35.05%	5.33%	6.57	-5.38%
2010	15.23%	10.07%	5.16%	6.00%	0.86	-4.53%
2011	-33.33%	-33.83%	0.49%	4.03%	0.12	-4.26%
2012	10.34%	0.28%	10.06%	4.54%	2.21	-1.74%
2013	14.46%	16.89%	-2.43%	5.77%	-0.42	-9.95%
2014	40.42%	39.01%	1.41%	4.56%	0.31	-5.53%
2015	74.67%	43.12%	31.55%	11.62%	2.72	-6.60%
2016	-4.85%	-17.78%	12.92%	4.55%	2.84	-1.36%
2017	-0.35%	-2.34%	2.00%	4.38%	0.46	-3.20%
全部	24.27%	14.94%	9.34%	6.17%	1.51	-10.27%

资料来源：中信证券量化投资分析系统

致謝

中信证券研究部 金融工程及衍生品组

赵文荣

电话: 010-60836759

邮件: zhaowenrong@citics.com

执业证书编号: S1010512070002

李祖苑

电话: 010-60836700

邮件: lizuyuan@citics.com

执业证书编号: S1010514070002

王兆宇

电话: 021-20262110

邮件: wangzhaoyu@citics.com

执业证书编号: S1010514080008

张依文

电话: 021-20262149

邮件: yiwenzhang@citics.com

执业证书编号: S1010517080004

免责声明

证券研究报告 2017年8月29日

分析师声明

主要负责撰写本研究报告全部或部分内容的分析师在此声明：(i) 本研究报告所表述的任何观点均精准地反映了上述每位分析师个人对标的证券和发行人的看法；(ii) 该分析师所得报酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来均不会直接或间接地与研究报告所表述的具体建议或观点相联系。

评级说明

投资建议的评级标准

报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后6到12个月内的相对市场表现，也即：以报告发布日后的6到12个月内的公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A股市场以沪深300指数为基准，新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准；美国市场以纳斯达克综合指数或标普500指数为基准。

	评级	说明
股票评级	买入	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅20%以上；
	增持	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于5%~20%之间
	持有	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于-10%~5%之间
	卖出	相对同期相关证券市场代表性指数跌幅10%以上；
行业评级	强于大市	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅10%以上；
	中性	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于-10%~10%之间；
	弱于大市	相对同期相关证券市场代表性指数跌幅10%以上

其他声明

本研究报告由中信证券股份有限公司或其附属机构制作。中信证券股份有限公司及其全球的附属机构、分支机构及联营机构（仅就本研究报告免责条款而言，不含CLSA group of companies），统称为“中信证券”。

法律主体声明

中国：本研究报告在中华人民共和国（香港、澳门、台湾除外）由中信证券股份有限公司（受中国证券监督管理委员会监管，经营证券业务许可证编号：Z20374000）分发。

新加坡：本研究报告在新加坡由CLSA Singapore Pte Ltd（公司注册编号：198703750W）分发。作为资本市场经营许可持有人及受豁免的财务顾问，CLSA Singapore Pte Ltd仅向新加坡《证券及期货法》s.4A（1）定义下的“机构投资者、认可投资者及专业投资者”提供证券服务。根据新加坡《财务顾问法》下《财务顾问（修正）规例（2005）》中关于机构投资者、认可投资者、专业投资者及海外投资者的第33、34、35及36条的规定，《财务顾问法》第25、27及36条不适用于CLSA Singapore Pte Ltd。如对本报告存有疑问，还请联系CLSA Singapore Pte Ltd（电话：+65 6416 7888）。MCI (P) 033 11 2016。

针对不同司法管辖区的声明

中国：根据中国证券监督管理委员会核发的经营证券业务许可，中信证券股份有限公司的经营经营范围包括证券投资咨询业务。

新加坡：监管法规或交易规则要求对研究报告涉及的实际、潜在或预期的利益冲突进行必要的披露。须予披露的利益冲突可依照相关法律法规要求在特定报告中获得，详细内容请查看<https://www.clsa.com/disclosures.html>。该等披露内容仅涵盖CLSA group, CLSA Americas及CL Securities Taiwan Co., Ltd的情况，不涉及中信证券及/或其附属机构的情况。如投资者浏览上述网址时遇到任何困难或需要过往日期的披露信息，请联系compliance_hk@clsa.com。

美国：本研究报告由中信证券编制。本研究报告在美国由中信证券（CITIC Securities International USA, LLC（下称“CSI-USA”）除外）和CLSA group of companies（CLSA Americas, LLC（下称“CLSA Americas”）除外）仅向符合美国《1934年证券交易法》下15a-6规则定义且分别与CSI-USA和CLSA Americas进行交易的“主要美国机构投资者”分发。对身在美国的任何人士发送本研究报告将不被视为对本报告中所评论的证券进行交易的建议或对本报告中所载任何观点的背书。任何从中信证券与CLSA group of companies获得本研究报告的接收者如果希望在美国交易本报告中提及的任何证券应当分别联系CSI-USA和CLSA Americas。

英国：本段“英国”声明受英国法律监管并依据英国法律解释。本研究报告在英国须被归为营销文件，它不按《英国金融行为管理手册》所界定、旨在提升投资研究报告独立性的法律要件而撰写，亦不受任何禁止在投资研究报告发布前进行交易的限制。本研究报告在欧盟由CLSA (UK)发布，该公司由金融行为管理局授权并接受其管理。本研究报告针对《2000年金融服务和市场法2005年（金融推介）令》第19条所界定的在投资方面具有专业经验的人士，且涉及到的任何投资活动仅针对此类人士。若您不具备投资的专业经验，请勿依赖本研究报告的内容。

一般性声明

本研究报告对于收件人而言属高度机密，只有收件人才能使用。本研究报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许该研究报告发送、发布的人员。本研究报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为出售任何证券或金融工具的要约，或者证券或金融工具交易的要约邀请。中信证券并不因收件人收到本报告而视其为中信证券的客户。本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具的分析，本报告的收件人须保持自身的独立判断。

本报告所载资料的来源被认为是可靠的，但中信证券不保证其准确性或完整性。中信证券并不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他损失承担任何责任。本报告提及的任何证券均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适用所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

本报告所载的资料、观点及预测均反映了中信证券在最初发布该报告日期当日分析师的判断，可以在不发出通知的情况下做出更改，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与中信证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。中信证券并不承担提示本报告的收件人注意该等材料的责任。中信证券通过信息隔离墙控制中信证券内部一个或多个领域的信息向中信证券其他领域、单位、集团及其他附属机构的流动。负责撰写本报告的分析师的薪酬由研究部门管理层和中信证券高级管理层全权决定。分析师的薪酬不是基于中信证券投资银行收入而定，但是，分析师的薪酬可能与投行整体收入有关，其中包括投资银行、销售与交易业务。

若中信证券以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构为此发送行为承担全部责任。该机构的客户应联系该机构以交易本报告中提及的证券或要求获悉更详细信息。本报告不构成中信证券向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议，中信证券以及中信证券的各个高级职员、董事和员工亦不为（前述金融机构之客户）因使用本报告或报告载明的内容产生的直接或间接损失承担任何责任。

未经中信证券事先书面授权，任何人不得以任何目的复制、发送或销售本报告。

中信证券2016版权所有。保留一切权利。